

Elektrische Maschine

## STAND DER TECHNIK

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit einem mit einer Welle verbundenen Läufer und einem mehrteilig ausgebildeten Stator, der einen Rückschlussring und Statorstege aufweist, die Wicklungsnuten begrenzen, innerhalb derer Wicklungen oder Wicklungsteile um Isolierelemente gewickelt angeordnet sind.

Es sind bürstenlose Elektromotoren bekannt, bei denen die Wicklungen auf dem Stator angebracht sind. Zu derartigen Elektromotoren zählen sogenannte Asynchron-, Synchron- oder EC-Motoren (EC: electronically commutated). Bei diesen Elektromotoren ist der Stator aus einzelnen Statorblechen schichtweise aufgebaut und die Wicklungen sind um diesen Stator auf Isolierelemente gewickelt. Da an einem Stator mehrere Wicklungen angeordnet sind, existiert für jede einzelne Wicklung ein Anfangs- und ein Enddraht. Da es bei derartigen Elektromotoren mehrere Wicklungen gibt, sind teure und komplexe Verschaltungsgitter notwendig, die die Enddrähte der einzelnen Wicklungen mit den Stromversorgungsleitungen für diese Wicklungen verbinden. Auf diese Weise entstehen unzählige Kontaktierungsstellen, die sowohl in Bezug auf die Fertigungsschritte bei der Herstellung des Elektromotors als auch in Bezug auf die Ausfallhäufigkeit des Elektromotors einen Einfluss haben.

## VORTEILE DER ERFINDUNG

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektrische Maschine bereitzustellen, der auf besonders einfache Weise herstellbar ist und bei dem komplexe Verschaltungsgitter für die Wicklungen entfallen können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Danach weist der Stator mehrere erste bewickelte Isolierelemente, die nacheinander mit demselben ersten Wicklungsdraht bewickelt sind, und mehrere zweite Isolierelemente auf, die nacheinander mit demselben zweiten Wicklungsdraht bewickelt sind.

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, dass bei der Verwendung eines Wicklungsdrahts nacheinander bei mehreren als Spulenkörper dienenden Isolierelementen die Anzahl der Wicklungsdrahtenden erheblich reduziert werden kann. Es können beispielsweise bei einem bürstenlosen EC-Elektromotor drei gegeneinander versetzte Wicklungspakete verwendet werden, um das elektromagnetische Drehfeld zu erzeugen. Dazu können am Stator in abwechselnder Reihenfolge zunächst ein Isolierelement des ersten Wicklungspakets, dann das zweite Isolierelement des nächsten Wicklungspakets und schließlich das dritte Isolierelement des dritten Wicklungspakets aufeinanderfolgend angeordnet sein, worauf dann wieder das erste bewickelte Isolierelement des ersten Wicklungspakets und so weiter folgt. Die Isolierelemente des ersten Wicklungspakets sind dann mit demselben ersten Wicklungsdraht fortlaufend bewickelt, so dass im ersten Wicklungspaket nur zwei Enddrähte bestehen.

Der Kern der Erfindung besteht darin, die Enddrähte dadurch zu reduzieren, dass derselbe erste Wicklungsdraht zusammen mit mehreren Isolierelementen verwendet wird. Dadurch entstehen verkettete Spulenkörper in Form der Isolierelemente, die

dann gemeinsam als Wicklungspaket am Stator eingesetzt werden. Beim letzten Isolierelement wird der Enddraht dann aus dem Stator herausgeführt. Der Vorteil der Erfindung besteht in der Minimierung der Wicklungsdrahtenden im Stator. Beispielsweise sind bei drei Wicklungspaketen sechs Wicklungsdrahtenden vorhanden. Je nach Verschaltungsprinzip kann dann auf ein komplexes Verschaltungsgitter völlig verzichtet werden oder das Verschaltungsgitter ist erheblich vereinfacht. Dadurch kann die Motorhöhe des Elektromotors verringert werden. Es existieren weniger Kontaktierungsstellen zwischen Wicklungsdraht und Verschaltungsgitter, wodurch Leitungsprobleme an den Lötstellen reduziert werden. Schließlich sind erheblich weniger Fertigungsschritte am Elektromotor notwendig, was die Kosten des Elektromotors reduziert.

Die Isolierelemente können als rahmen- oder ringförmige Spulenkörper ausgebildet sein, um die der Wicklungsdraht am Umfang in rinnenartigen Aufnahmen gewickelt ist. Die derartig ausgebildeten Isolierelemente können dann um oder an Statorstegen des Elektromotors oder an Zapfen des Stators aufsteckbar sein. Dazu ist der Stator bevorzugt mehrteilig ausgebildet, wobei ein ringförmiger Rückschlussring den Stator zusammenhält und den Weg für den elektromagnetischen Fluss bildet. Innerhalb oder außerhalb des Rückschlussrings kann ein Zahnring angeordnet sein, so dass jeder Zahn einen Statorsteg bildet. Zwischen den Statorstegen und gegebenenfalls dem Rückschlussring sind Wicklungsnuten gebildet, innerhalb derer Wicklungsteile oder die gesamte Wicklung angeordnet sind. Alternativ zum Zahnring können auch Einzelzähne die Statorstege bilden, wobei die Einzelzähne dann am Rückschlussring befestigt sind.

Die Statorstege des Stators sind bevorzugt zu den rahmen- oder ringförmigen Isolierelementen passend ausgebildet, so dass die Isolierelemente mit den Wicklungen formschlüssig an den Statorstegen befestigbar sind. Wenn innerhalb des Rück-

schlussrings ein Zahnring angeordnet ist, können um die zahnförmigen Statorstege die rahmenförmigen Isolierelemente mit der darum angeordneten Wicklung aufgesteckt sein. Auf diese Weise ist eine Wicklungshälfte an einer Seite des zahnförmigen Statorsteges und die andere Wicklungshälfte an der anderen Seite des Statorsteges angeordnet. Die Isolierkörper mit den Wicklungen umgreifen also bei dieser Ausführungsform die Statorstege. Im einfachsten Fall ist dann pro Statorsteg des Zahnrings ein rahmenförmiges Isolierelement aufgesteckt. Beispielsweise sind dann bei drei Wicklungspaketen mit jeweils drei Isolierelementen neun zahnförmige Statorstege am Zahnring vorhanden. Bei diesem Teilungsprinzip am Stator kann jeweils ein einzelnes Isolierelement als Spulenkörper auf den entsprechenden Zahn aufgeschoben werden, und die Wicklungsenden jedes Wicklungspaketes werden dann über ein einfaches Verschaltungsgitter mit den Stromzuführungen verschaltet.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist der mehrteilige Stator des Elektromotors als hohlzylindrischer Rückschlussring ausgebildet, und ein konzentrisch dazu angeordneter Zahnring ist innerhalb des Rückschlussrings angeordnet. Mehrere mit einem Wicklungsdraht versehene Isolierelemente sind dann an dem innen angeordneten Zahnring befestigt. Der Zahnring bildet einen einteiligen Statorteil und wird mit den daran befestigten Isolierelementen am Rückschlussring festgelegt. Die Isolierelemente können an einer Seite Rastnasen aufweisen, um an einem der Zähne, an den Statorstegen oder am Stator des Elektromotors befestigbar zu sein.

Bei dem Herstellungsverfahren des Stators für den Elektromotor wird der Wicklungsdraht um ein erstes Isolierelement im oder gegen den Uhrzeigersinn gewickelt, und der erste Wicklungsdraht wird anschließend im gleichen Wicklungssinn um das folgende Isolierelement gewickelt. Dieses Wicklungsverfahren wird so lange fortgeführt, bis sämtliche Isolierelemente des Wicklungspaketes mit dem ersten Wicklungsdraht bewickelt sind.

Dazu werden mehrere der Isolierelemente so in einer Wickelmaschine angeordnet, dass diese nacheinander die Isolierelemente bewickeln kann, bis ein Wicklungspaket fertig ist. Danach wird dann das zweite Wicklungspaket mit einem zweiten Wicklungsdraht vollständig bewickelt und so weiter. Die auf diese Weise verschalteten, als Spulenkörper dienenden Isolierelemente werden nach dem Bewickeln auf die Statorstege bzw. Statorzähne gesteckt, und der Stator wird zusammengebaut. Dabei kann ein Zahnring mit den aufgesteckten Isolierelementen und der daran angeordneten Wicklung in einen Rückschlussring eingeschoben und dort befestigt werden. Nun können die Wicklungsdrahtenden durch ein einfaches Verschaltungsgitter miteinander bzw. mit den Stromanschlüssen verbunden werden. Auf diese Weise kann ein in der Höhe kleinbauender Elektromotor hergestellt werden, da komplizierte Verschaltungsgitter entfallen und die Wicklungen innerhalb von Wicklungsnuten im Stator angeordnet sind.

Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf bürstenlose Elektromotoren wie Asynchron-, Synchron- oder EC-Motoren. Da erfindungsgemäß ein besonderer Aufbau des Stators beschrieben ist, lässt sich die Erfindung aber auch mit Wechselstrom- und Gleichstrommotoren verwenden, soweit dabei eine Statorwicklung vorgesehen ist.

#### ZEICHNUNG

Die Erfindung wird im Folgenden in Zusammenhang mit mehreren Ausführungsformen des Elektromotors näher beschrieben. Es zeigen, jeweils in schematischer Darstellung,

Figur 1 eine Ansicht eines ersten Wicklungspakets mit drei Isolierelementen und der erfindungsgemäß vorgesehenen Wicklung,

- Figur 2 eine Ansicht des erfindungsgemäßen Stators mit dem auf die Statorstege aufgesetzten Wicklungspaket gemäß Figur 1,
- Figur 3 eine Querschnittansicht durch zwei mögliche Stator-Aufbauarten,
- Figur 4 die Anordnung von drei Isolierelementen, wie diese beim Bewickeln in einer Wickelmaschine angeordnet sind, und
- Figur 5 eine Draufsicht auf die Wicklungsdrahtenden und die Wicklungen auf den jeweiligen Isolierelementen eines ersten Wicklungspakets.

#### BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Der Stator 1 der elektrischen Maschine, wobei es sich um einen Elektromotor oder einen Generator handeln kann, weist einen Rückschlussring 2 auf, der bei der gezeigten Ausführungsform den Stator 1 an dessen äußerer Seite begrenzt. Innerhalb des Rückschlussrings 2 ist ein Zahnring 3 vorgesehen, dessen Zähne Statorstege 4 bilden. Um die Statorstege 4 sind drei Isolierelemente 5, 6, 7 angeordnet, die zusammen ein erstes Wicklungspaket bilden.

Zwischen dem außen liegenden Rückschlussring 2 des Stators 1 und den bei dieser Ausführungsform vorhandenen neun Statorstegen 4 sind Wicklungsnuten 8 angeordnet, in denen jeweils die um die Isolierelemente 5, 6, 7 gewickelten Wicklungsdrähte ihren Platz finden. Der Stator 1, der Rückschlussring 2 sowie der Zahnring 3 können in herkömmlicher Weise aus Statorblechpaketen schichtförmig aufgebaut sein.

Wie in Figur 1 gut zu erkennen ist, sind die drei Isolierelemente 5, 6, 7 des ersten Wicklungspakets mit dem Wicklungsdraht 9 von innen nach außen gesehen, gleichsinnig und beispielsweise gegen den Uhrzeigersinn bewickelt. Ausgehend vom Wicklungsdrahtende 10 ist die Wicklung mehrfach um das

erste Isolierelement 5 herumgeführt und wird dann ohne Unterbrechung hin zum zweiten Isolierelement 6 geführt, wo der Wicklungsdraht 9, von innen gesehen, im gleichen Wicklungssinn um das Isolierelement 6 herumgeführt ist. Danach wird der Wicklungsdraht 9 zum dritten Isolierelement 7 des ersten Wicklungspakets geführt und dort ebenfalls gleichsinnig gewickelt. Die Isolierelemente sind rahmenförmig ausgeführt, wobei innen eine Ausnehmung vorhanden ist, die formschlüssig zu den Statorstegen 4 des Zahnrings 3 passt. Rastnasen 11 sind an den Isolierelementen 5, 6, 7 angeordnet, um diese am Stator 1 im eingebauten Zustand festzulegen. Die Isolierelemente 5, 6, 7 weisen an deren Umfang rinnenartige Aufnahmen 12 für den Wicklungsdraht 9 auf, so dass dieser im gewickelten Zustand in seiner Position gehalten wird. Außerdem weisen die Isolierelemente 5, 6, 7 Drahtführungselemente 13 auf, die den Wicklungsdraht 9 in der vorgesehenen Richtung zum nächsten Isolierelement 6 oder 7 weiterführen.

In Figur 3 sind zwei Ausführungsformen für den erfindungsgemäßen Stator in einer Querschnittsdarstellung gezeigt. In der linken Darstellung ist der Stator 1 mit dem Zahnring 3 und den durch die Zähne des Zahnrings 3 gebildeten Statorstegen 4 gezeigt, wie diese die Wicklungsnuten 8 ausbilden. Der Zahnring 3 ist konzentrisch innerhalb des Rückschlussrings 2 angeordnet. In der rechten Darstellung der Figur 3 ist eine alternative Ausführungsform des Stators 1 mit einzelnen Zähnen 14 dargestellt. Die einzelnen Zähne 14 sind innerhalb des Rückschlussrings 2 befestigt, so dass ebenfalls Wicklungsnuten 8 zwischen den Zähnen 14 entstehen, so dass Wicklungen oder Wicklungsteile jeweils in diesen Wicklungsnuten 8 angeordnet sind. Die Isolierelemente 5, 6, 7 werden um die Zähne 14 angeordnet und beim Zusammenbau des Stators 1 insgesamt in den Rückschlussring 2 entlang dessen Längsachse eingeschoben.

In Figur 4 sind die bewickelten Isolierelemente 5, 6, 7 gezeigt, wie diese in eine Wickelmaschine eingesetzt werden. Dadurch kann die Wickelmaschine im Wickelsinn den einteiligen Wicklungsdraht 9 um alle drei Isolierelemente 5, 6, 7 des ersten Wicklungspakets gleichzeitig wickeln. Erst am Ende des Wickelvorgangs wird der Wicklungsdraht 9 abgetrennt, und die Wickelmaschine wickelt dann die Isolierelemente für das nächste Wicklungspaket und so weiter.

In Figur 5 ist schließlich noch eine Draufsicht auf die auf den Isolierelementen 5, 6, 7 angeordnete Wicklung gezeigt. Wenn das Wicklungspaket entsprechend dieser Darstellung in der Wickelmaschine bewickelt ist, kann es im folgenden Zusammenbauverfahren sehr einfach auf die Statorstege 4, 14 des Stators 1 aufgesetzt werden und dann innerhalb des Rückschlussrings 2 zusammen mit dem Zahnring 3 eingeführt werden. Wie in der Figur 5 ersichtlich ist, lässt sich bei diesem Wicklungsverfahren die ordnungsgemäße Bewicklung des Stators 1 sehr einfach nachweisen. Eine Zerstörung des Wicklungsdrahts 9 lässt sich insbesondere an den Übergängen zwischen den Isolierelemente 5, 6, 7 durch eine Sichtkontrolle leicht erkennen.

Um den Stator 1 komplett fertig zu stellen, werden in den in Figur 2 dargestellten Stator 1 nacheinander die Isolierelemente 5, 6, 7 des ersten Wicklungspakets und um jeweils einen Statorsteg 4 nach rechts versetzt die drei Isolierelemente des zweiten Wicklungspakets und schließlich um jeweils einen Statorsteg 4 versetzt die drei Isolierelemente des dritten Wicklungspakets auf den Zahnring 3 aufgesetzt. Danach werden die bewickelten Isolierelemente 5, 6, 7 u.a. insgesamt mit dem Zahnring 3 in den Rückschlussring 2 eingeschoben und dort befestigt.

Der auf diese Weise aufgebaute Stator 1 hat eine sehr geringe Anzahl von Wicklungsdrahtenden 10 und kann deswegen und wegen



der erfindungsgemäßen Anordnung der Isolierelemente 5, 6, 7  
sehr kompakt aufgebaut werden.

### Ansprüche

1. Elektrische Maschine mit einem mit einer Welle verbundenen Läufer und einem mehrteilig ausgebildeten Stator (1), der einen Rückschlussring (2) und Statorstege (4, 14) aufweist, die Wicklungsnuten (8) begrenzen, innerhalb derer Wicklungen (9) oder Wicklungsteile um Isolierelemente (5, 6, 7) gewickelt angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (1) mehrere erste bewickelte Isolierelemente (5, 6, 7) aufweist, die nacheinander mit demselben ersten Wicklungsdraht (9) bewickelt sind, und mehrere zweite bewickelte Isolierelemente aufweist, die nacheinander mit demselben zweiten Wicklungsdraht bewickelt sind.
2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierelemente (5, 6, 7) rahmen- oder ringförmige Spulenkörper sind, die um oder an Statorstegen (4) bzw. an Zähnen (14) des Stators (1) aufsteckbar sind.
3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Statorstege (4, 14) des Stators (1) zu den rahmen- oder ringförmigen Isolierelementen (5, 6, 7) passend ausgebildet sind, so dass die Isolierelemente (5, 6, 7) mit den Wicklungen (9) formschlüssig an den Statorstegen (4, 14) befestigbar sind.

4. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der mehrteilige Stator (1) einen hohlzylindrischen Rückschlussring (2) und einen konzentrisch dazu angeordneten Zahnring (3) aufweist, dessen Zähne (14) die Statorstege bilden, an denen die Isolierelemente (5, 6, 7) befestigbar sind.

5. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere mit Wicklungsdraht (9) versehene Isolierelemente (5, 6, 7) an einem Statorteil (3) befestigbar sind und dass das Statorteil (3) mit den daran befestigten Isolierelementen (5, 6, 7) mit dem Rückschlussring (2) verbindbar ist.

6. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierelemente (5, 6, 7) am Umfang rinnenartige Aufnahmen (12) für die Wicklungsdrähte (9) aufweisen.

7. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Isolierelemente (5, 6, 7) an einer Seite Rastnasen (11) aufweisen, um am Stator (1) des Elektromotors befestigbar zu sein.

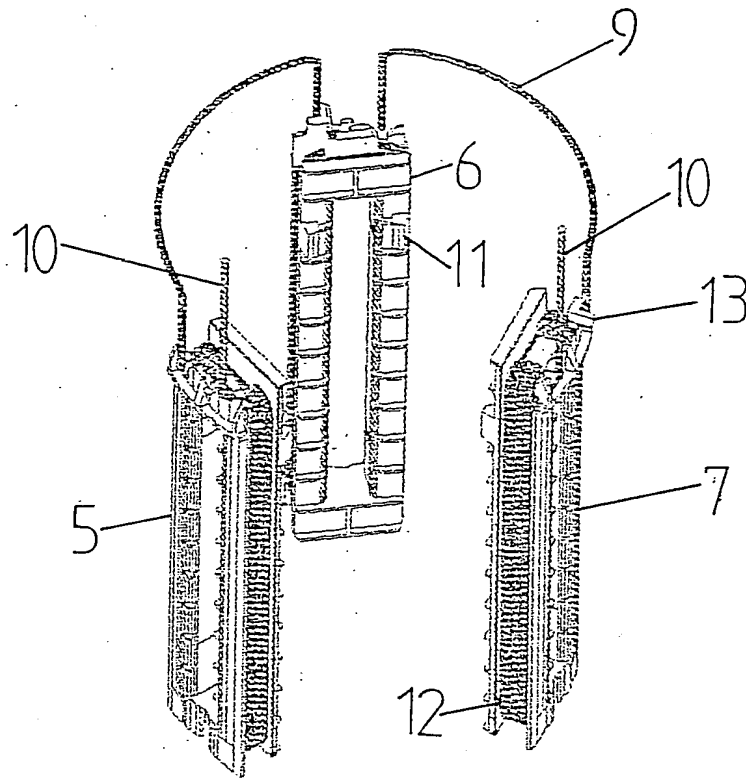
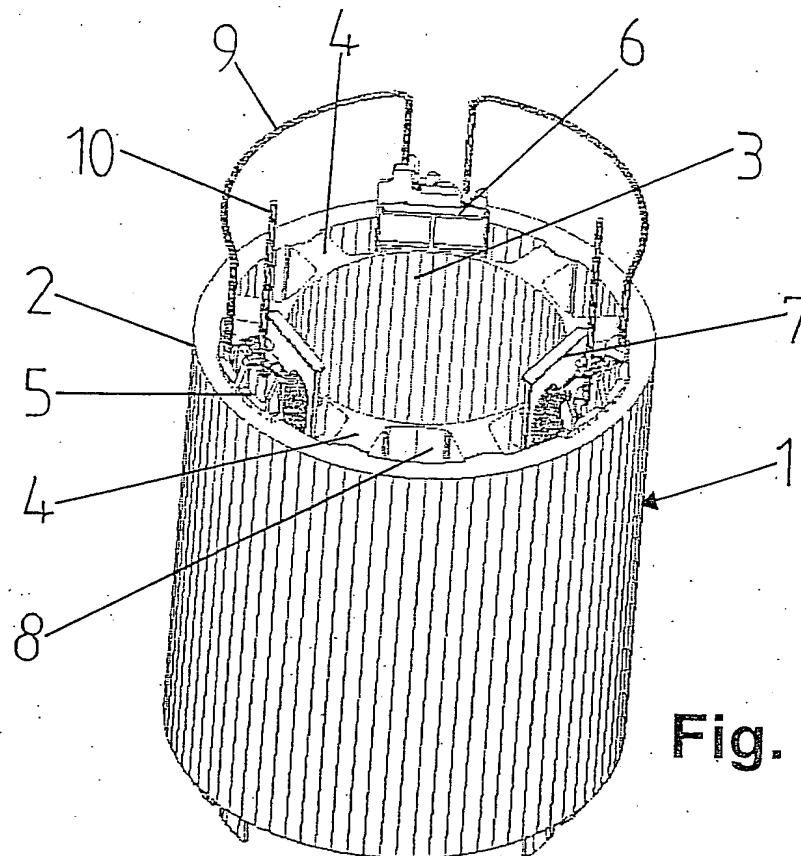
8. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wicklungsdraht (9) um ein Isolierelement (5) im oder gegen den Uhrzeigersinn gewickelt ist und anschließend im gleichen Wicklungssinn um das folgende Isolierelement (6, 7) gewickelt ist.

9. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromotor als bürstenloser Asynchron-, Synchron- oder EC-Motor ausgebildet ist.

10. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungsdrahtenden (10) der von der gemeinsam mit einem Wicklungsdraht (9) umwickelten Isolierelemente (5, 6, 7) durch ein oder mehrere Verschaltungsgitter elektrisch leitend mit Stromversorgungsleitungen verbunden sind.

### Zusammenfassung

Es wird eine elektrische Maschine mit einem mit einer Welle verbundenen Läufer und einem mehrteilig ausgebildeten Stator (1) vorgeschlagen, der einen Rückschlussring (2) und Statorstege (4) aufweist, die Wicklungsnuten (8) begrenzen, innerhalb derer Wicklungen (9) oder Wicklungsteile um Isolierelemente (5, 6, 7) gewickelt angeordnet sind. Der Stator (1) weist mehrere erste bewickelte Isolierelemente (5, 6, 7) auf, die nacheinander mit demselben ersten Wicklungsdraht (9) bewickelt sind, und mehrere zweite bewickelte Isolierelemente, die nacheinander mit demselben zweiten Wicklungsdraht bewickelt sind.

**Fig. 1****Fig. 2**

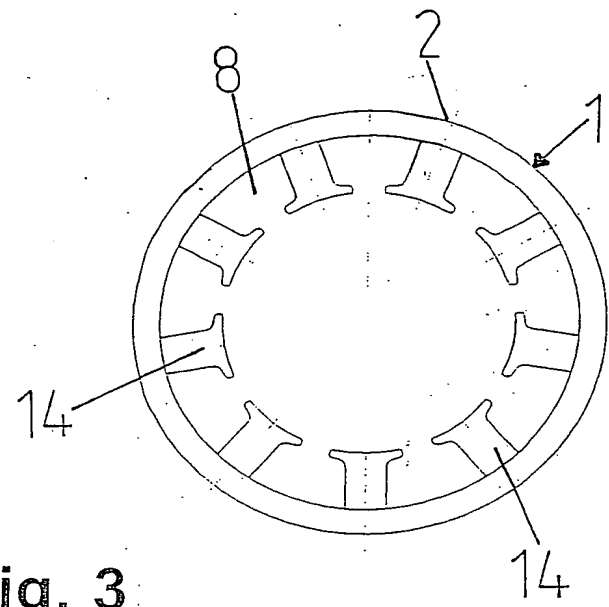
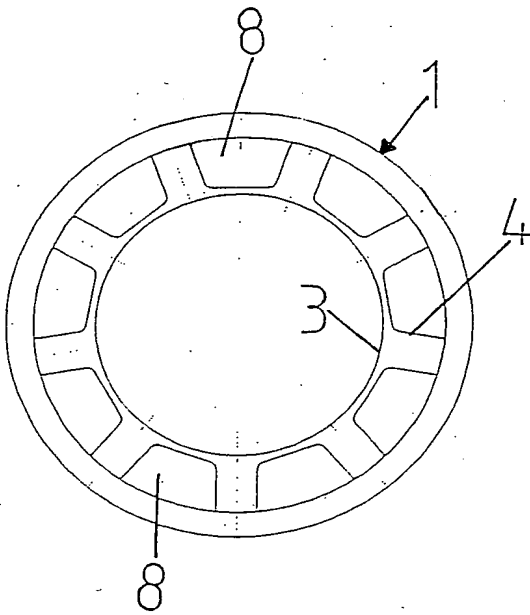


Fig. 3

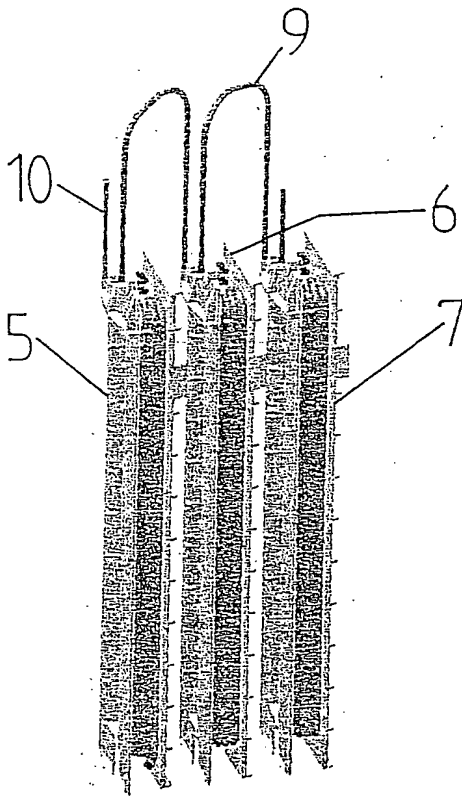


Fig. 4

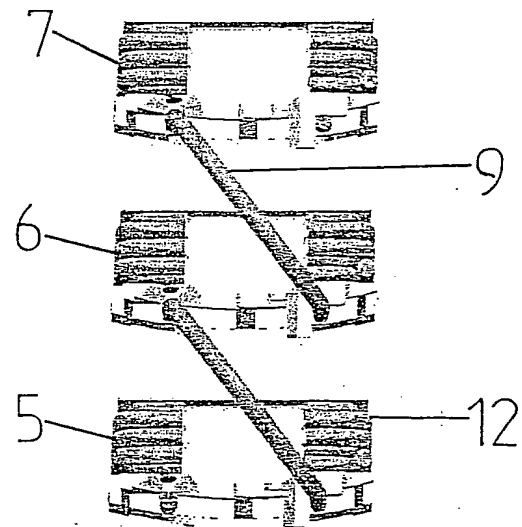


Fig. 5